

СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ИОННЫХ ПРОВОДНИКОВ

Аликин Д.О.⁽¹⁾, Слаутин Б.Н.⁽¹⁾, Романюк К.Н.⁽²⁾, Холкин А.Л.^(1,2)

⁽¹⁾ Уральский федеральный университет

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

⁽²⁾ Aveiro Institute of Materials

3810-193, Aveiro, University of Aveiro, Portugal

Бурное развитие индустрии химических источников тока, как экологически чистых устройств хранения энергии, в настоящее время обусловлено растущими запросами современной энергетики и индустрии мобильной потребительской электроники. Увеличиваются вычислительные мощности портативных мобильных устройств, и одновременно растёт потребность в большем времени их автономной работы. Эти задачи формируют всё более значительные требования к ёмкости аккумуляторов, к величине предельного тока и циклируемости материала. Принципиальное улучшение характеристик литий-ионных аккумуляторов сталкивается с необходимостью более глубокого понимания процессов, протекающих во время эксплуатации аккумуляторов: интеркаляции-деинтеркаляции, циклирования, деградации электродного материала.

Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ), как метод исследования материалов для устройств накопления энергии постепенно набирает всё большую популярность. В докладе обсуждается применение комплексной методики СЗМ на основе локальных измерений электронной проводимости (микроскопия сопротивления растекания), ионной проводимости (микроскопии электрохимических деформаций) и распределения носителей заряда (микроскопия зонда Кельвина, электростатическая силовая микроскопия) для исследования материалов ионных проводников.

В нашей работе предложены подходы к качественной интерпретации данных СЗМ в катодном материале LiMn_2O_4 , проанализированы источники паразитных вкладов в электромеханический сигнал. Предложен количественный подход для анализа амплитудно-частотных характеристик электрохимического отклика на основе теоретического рассмотрения исследования эволюции концентрации носителей вблизи зонда СЗМ. Показано, что концентрация ионов лития и диффузионные коэффициенты неоднородно распределены в зёрнах ионных проводников. Полученные данные о неоднородном распределении электрохимических характеристик интерпретированы как процессы деградации катодного материала в результате фазовых превращений в процессе интеркаляции-деинтеркаляции.

Работа выполнена с использованием оборудования УЦКП «Современные нанотехнологии» УрФУ за счет гранта Российского научного фонда (проект 17-72-10144).